

**Compressive force measuring system for vehicle wheelnuts etc**

**Patent number:** DE4419009  
**Publication date:** 1995-12-21  
**Inventor:** BLUMENAUER JUERGEN [DE]  
**Applicant:** BLUMENAUER JUERGEN [DE]  
**Classification:**  
- **International:** G01L1/14; G01L5/24  
- **European:** G01L5/24B  
**Application number:** DE19944419009 19940531  
**Priority number(s):** DE19944419009 19940531

**Abstract of DE4419009**

A compressive force measuring system for e.g. the wheelnuts of a motorvehicle employs a flat circular washer below each nut in which a transverse hole is bored parallel to the plane of the washer. An electrode assembly (9, 10) has an external connection from the electrode (10) via the contact disc (15) and the capacitor assembly thus formed is sealed by the insulating plugs (14). The gap (12) is filled with an expanded plastic foam and the remaining space with silicone rubber. Compressive force on the washer due to tightening the nut on the wheelstuds closes the gap (12) resulting in a capacity change which indexes the force.

---

Data supplied from the *esp@cenet* database - Worldwide

BEST AVAILABLE COPY

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



①9 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑩ **DE 44 19 009 A 1**

⑤1 Int. Cl. 6:  
**G 01 L 1/14**  
G 01 L 5/24

②1 Aktenzeichen: P 44 19 009.3  
②2 Anmeldetag: 31. 5. 94  
④3 Offenlegungstag: 21. 12. 95

③

DE 44 19 009 A 1

⑦1 Anmelder:  
Blumenauer, Jürgen, 34626 Neukirchen, DE  
  
⑦4 Vertreter:  
Funck-Hartherz, A., Dipl.-Phys., Pat.-Anw., 60435  
Frankfurt

⑦2 Erfinder:  
gleich Anmelder

⑤4 Kraftmeßeinrichtung

DE 44 19 009 A 1

Die Erfindung betrifft eine Kraftmeßeinrichtung, die insbesondere als Vorspannkraft-Meßwertaufnehmer für Schraubverbindungen eine Meßscheibe benutzt.

Die verbreitetste Methode zum Einstellen der richtigen Schraubenvorspannung ist das Anziehen mit einem Drehmomentschlüssel, was wegen der nicht genau bekannten Reibung am Schraubenkopf und im Gewinde sehr stark fehlerbehaftet sein kann. Das Anziehen unter Drehmomentkontrolle bis zu Fügoment und das Weiterschrauben unter Drehwinkelkontrolle vermindert den fehlererzeugenden Einfluß der Reibung, aber bei kurzen Schrauben muß der Drehwinkel sehr genau eingehalten werden. Beim streckgrenzengesteuerten Verschrauben, wo durch Vergleich von Drehmoment und Drehwinkel das Steifigkeitsverhalten der Schraube gemessen wird, muß der Reibungskoeffizient zwar nicht bekannt sein, aber er muß konstant sein, was z. B. bei Radschrauben nicht der Fall ist. Die Messung der Schraubenverlängerung infolge der Vorspannung arbeitet zwar fehlerfrei, aber das Ultraschallmeßverfahren verteuert die Verschraubung zu sehr.

Bekannt sind auch messende Unterlegscheiben als Vorspannkraft-Meßwertaufnehmer, welche zwischen Schraubenkopf und Werkstück gelegt die Zugkraft der Schraube als Druckkraft messen. Dies messenden Unterlegscheiben mit Dehnungsmeßstreifen als Kraftsensor sind so teuer, daß sie nur für Testzwecke eingesetzt werden können.

Die Erfindung hat sich zur Aufgabe gestellt, eine Kraftmeßeinrichtung mit einer messenden Unterlegscheibe zu schaffen, bei der die messende Unterlegscheibe nur unwesentlich mehr kostet als eine gewöhnliche Unterlegscheibe.

Im folgenden wird die Lösung der Aufgabe und die Erfindung gemeinsam beschrieben anhand einer Zeichnung. Dabei zeigt

Fig. 1 einen Schnitt durch eine Meßscheibe mit radialer Bohrung,

Fig. 2 einen Schnitt mit sekantenartiger Bohrung,

Fig. 3 eine radiale Draufsicht auf die radiale Bohrung der Fig. 1,

Fig. 4 einen Schnitt durch eine Elektrodenanordnung,

Fig. 5 einen Schnitt durch eine andere Elektrodenanordnung,

Fig. 6 den Mittenkontakt der verschlossenen Bohrung,

Fig. 7 einen Schnitt der Elektrodenanordnung der Fig. 5,

Fig. 8 einen Schnitt durch eine Verschraubung mit Meßscheibe und Maßkragen,

Fig. 9 einen Schnitt durch eine Verschraubung mit gewölbten tragenden Flächen,

Fig. 10 einen Schnitt wie Fig. 9,

Fig. 11 eine skizzierte Anordnung von Maßkragen und Meßscheibe in axialer Sicht,

Fig. 12 ein Kapazitätsmeßverfahren,

Fig. 13 die Vorstufe eines Kapazitätsmeßverfahrens.

Die Meßscheibe wird vorzugsweise mit einer radialen Bohrung (Fig. 1) oder mit einer Bohrung mit sekantenartigem Verlauf (Fig. 2) versehen. Bei Scheiben für Senkkopfschrauben kann die Bohrung auch als Sackloch beliebig schräg vom Außenrand her in die Scheibe eindringen.

Fig. 3 zeigt vergrößert in radialer Sicht die Bohrung der Fig. 1. Unter Last wird die Scheibe zusammengedrückt und die unbelastet runde Bohrung verliert an

Höhe und nimmt an Breite zu. Diese lastabhängige Verformung der Bohrung wird kapazitiv erfaßt und in einem externen Meßgerät ausgewertet.

Fig. 4 zeigt die Bohrung der Fig. 3 noch weiter vergrößert, jetzt mit einer Elektrodenanordnung in Form eines Differentialkondensators. Die Winkelelektrode 1 bildet die Mittelelektrode, die Elektroden 2 und 3 bilden die Gegenelektroden. Unter Last wird der Spalt 7 weiter und der Spalt 8 enger. Der Differentialkondensator wird also lastabhängig verstimmt.

Um die Verstimmung des Differentialkondensators in ein elektrisches Signal zu verwandeln, muß eine externe Kapazitätsmeßeinrichtung angeschlossen werden. In diesem Fall müssen drei Elektroden des Differentialkondensators in der Bohrung der Meßscheibe mit den entsprechenden drei Anschlüssen der Kapazitätsmeßeinrichtung verbunden werden. Das Herstellen dieser Verbindungen auf engem Raum erfordert große Sorgfalt, weshalb sich diese Elektrodenanordnung eher für Präzisionsmessungen eignet.

Eine einfachere Elektrodenanordnung zeigt Fig. 5. Der Körper 9 ist elektrisch leitend und liegt auf dem Potential der Meßscheibe. Mit der Elektrode 10 bildet der Körper 9 einen Kondensator, dessen Kapazität sich unter Last vergrößert. Bei dieser Elektrodenanordnung wird nur die eine Elektrode 10 mit einer externen Kapazitätsmeßeinrichtung verbunden.

Der Zusammenhang zwischen der lastproportionalen Abstandsänderung im Spalt 12 der Fig. 5 und der Kapazitätsänderung zwischen den Elektroden 10 und 9 ist stark nichtlinear. Dies ist aber kein Nachteil, denn bei einer Verschraubung kommt es nur auf das Erreichen einer bestimmten Vorspannungskraft an bzw. auf die Gewißheit, daß die Vorspannungskraft innerhalb eines vorgegebenen Toleranzbereiches liegt. Vorteilhaft bei der Elektrodenanordnung gemäß Fig. 5 ist, daß beim Anziehen der Schraube die Kondensatorkapazität ansteigt, wodurch die Messung weniger störanfällig und genauer wird. Voraussetzung fuhr des Erkennen des richtigen Wertes der Vorspannungskraft ist eine exakt vorgegebene Spaltweite 12 in unbelastetem Zustand. Die korrekte Spaltweite 12 ergibt sich auf folgende Weise: die starren Teile 9 und 11 werden mit engtolerierten Maßen im Strang hergestellt und in eine Art Kabel eingelagert derart daß der Spalt 12 von kompressiblem Schaum mit großem E-Modul und die restlichen weißen Teile der Fig. 5 mit Silikonkautschuk oder ähnlichem Material angefüllt sind. Dieses Kabel wird so hergestellt, daß der Spalt 12 etwas weiter ist, solange das Kabel nicht in der Bohrung sitzt. Vor dem Einführen in die Bohrung wird des Kabelende um 100° oder mehr abgekühlt, so daß sein Durchmesser entsprechend seinem Temperaturexpansionskoeffizient kleiner wird und das Kabel sich leicht einführen läßt in die Bohrung. Beim Erwärmen preßt der Schaum in Spalt 12 die Teile 8 und 11 gegen die Innenwand der Bohrung, so daß sich die Spaltweite auf das vorgegebene Maß einstellt.

Die Elektrodenanordnung gemäß Fig. 5 endet kurz vor dem Innenkreis 16 der Meßscheibe, wie die Fig. 7, der Schnitt I—II der Fig. 5, zeigt. Die Bohrung wird zum Innenkreis 16 hin mit einem isolierenden Stopfen verschlossen. Die Elektrode 10 wird als bohrungsmittige elektrisch leitende Kontaktfläche 15 gemäß Fig. 6 und 7 nach draußen geführt, wobei die Kontaktfläche 15, eingebettet in einen isolierenden Ring 14, nach außen mit der Mantelfläche der Scheibe bündig abschließt.

Während der Messung der Vorspannungskraft wird die Kontaktfläche 15 über einen mit der Meßscheibe 33

verriegelten Meßkragen 34 über eine Meßzange und ein Kabel mit einem Meßgerät verbunden. Der Meßkragen 34 rund um die Meßscheibe 33 gemäß Fig. 11 erleichtert das Herstellen der elektrischen Verbindung zwischen Meßscheibe und Meßgerät, weil der Meßkragen einfach auf die Meßscheibe gedrückt wird und dann der Meßkragen relativ zur Meßscheibe gedreht wird, bis die federbelasteten Halbrundstifte 35, 36 und 37 des Meßkragens fühlbar in die Randmulden der Meßscheibe einschnappen. Erst wenn alle drei Halbrundstifte in die zugehörigen Randmulden eingeschnappt sind, gibt der Meßkragen den Kapazitätsstift 38, die die Meßkapazität vor äußeren unbekannten Streukapazitäten schützende Abschirmhülse 35 und die Identifizier- und Korrekturstifte 40; 41, 42 ... frei. Der Kapazitätsstift stößt auf die Kontaktfläche 15 und die Identifizier- und Kontrollstifte stoßen in die vorgesehenen Randkerben oder direkt auf den Rand der Meßscheibe. Der korrekte Sitz der Identifizier- und Korrekturstifte ist dann gesichert, wenn jeder dieser Stifte niederohmigen Kontakt mit der Meßscheibe hat. Ist z. B. eine Randkerbe verschmutzt und der Stift kann nicht bis auf den Grund der Kerbe vordringen, dann bleibt dieser Stift hochohmig und das Meßgerät meldet, welcher Stift nicht richtig sitzt.

Der Kapazitätsstift trägt vorn zwei unabhängig voneinander gefederte Spitzen, die erst über die Berührung der Kontaktfläche 15 miteinander elektrisch verbunden werden. Wenn dieser elektrische Kontakt besteht, dann ist die meßkrageneigene Kapazitätsmeßeinrichtung fehlerfrei mit der Kontaktfläche 15 und mit der Elektrode 10 verbunden.

Die Kontaktprüfeinrichtung des Kapazitätsmeßstiftes 38 ist durch Induktivitäten wechselspannungsmäßig getrennt vom Kapazitätsstift, so daß die Kapazitätsmessung nicht gestört wird durch die Kontaktprüfung.

Der Vorteil des Meßkragens besteht darin, daß er ohne Kabel ist und deshalb leicht aufgesetzt und drehend mit der mit unbekanntem Drehwinkel stehenden Meßscheibe verriegelt werden kann. Die Meßzange kann rundum an jeder beliebigen Stelle des Meßkragens angeklammert werden, da die Kontakte des Meßkragens als konzentrische Kreise auf dem Kragenrand angebracht sind.

Um die Sicherheit und einfache Handhabung dieses kontrollierten Verschraubungsverfahrens zu zeigen, wird im folgenden das kontrollierte Anschrauben eines Laufrades an einem PKW beschrieben: zuerst sucht der Monteur die zum PKW-Typ passenden richtigen Meßscheiben aus und schiebt diese auf die Radschrauben und zieht die Schrauben nach Gefühl an bis zu dem Punkt, wo er nach herkömmlicher Methode einen auslösenden Drehmomentschlüssel benutzt, den er erst auf das vorgegebene Drehmoment einstellen müßte, was neben dem systembedingten Reibungsfehler eine weitere Fehlermöglichkeit darstellt.

Bei der Meßscheibenmethode schiebt der Monteur jetzt über jeden Schraubenkopf einen Meßkragen bis zum Anschlag an die Felge und verriegelt drehend den Meßkragen mit der Meßscheibe. Dann klemmt er die Meßzange an die nächste auf Sollvorspannungskraft anziehende Schraube an. Das Meßgerät "fragt" jetzt den Monteur nach dem PKW-Typ, den der Monteur eingibt. Passen die Meßscheiben nicht zu dem eingetippten PKW-Typ, dann meldet dies das Meßgerät dem Monteur. Passen die Meßscheiben und der eingetippte PKW-Typ zusammen, dann signalisiert das Meßgerät durch einen LCD-Balken oder durch farbiges Blinklicht oder akustisch dem Monteur den ungefähren Abstand

der momentanen Vorspannkraft von der Sollvorspannungskraft. Erreicht der Monteur die Sollvorspannungskraft und bleibt innerhalb des Toleranzfeldes, dann signalisiert das Meßgerät für diese Schraube "fest".

Da das Meßgerät die zum PKW-Typ richtige Vorspannungskraft für die Radverschraubung kennt, braucht sich der Monteur darum nicht zu kümmern. Außerdem kann der Monteur keine Schraube vergessen anzuziehen, ohne daß das Meßgerät Alarm schlägt, denn das Meßgerät erkennt jeden Meßkragen und registriert die gemessene Vorspannkraft eines jeden Meßkragens.

Jede Meßscheibe wird beim Hersteller geeicht, d. h. es wird die zur Sollvorspannungskraft gehörende Kapazität gemessen. Bei idealen Herstellungsbedingungen ergibt sich bei jeder Meßscheibe die Sollkapazität. Bei realen Herstellungsbedingungen streuen die bei der Sollvorspannungskraft gemessenen Kapazitäten. Liegt nun eine gemessene Kapazität außerhalb des Toleranzfeldes, dann wird die Abweichung der Kapazität über Korrekturkerben im Rand der Meßscheibe dem Meßgerät mitgeteilt.

Bei Präzisionsverschraubungen verläßt sich das Meßgerät nicht auf die Angaben des Herstellers der Meßscheibe. Der Monteur schiebt die Meßscheibe in den Prüfschlitz des Meßgerätes, welches die Meßscheibe einer ansteigenden Vorspannkraft aussetzt. Der zugehörige Kapazitätsverlauf wird im Meßgerät gespeichert und die Speicheradresse wird auf dem Rand der Meßscheibe eingeklebt. Beim anschließenden Verschrauben hat das Meßgerät eine exakte Kontrolle über den Anstieg der Vorspannkraft, wobei als zusätzliche Sicherheit mit einem Drehwinkelmeßgerät der Schraubendrehwinkel gemessen werden kann.

Jeder Meßkragen hat dicht hinter dem Kapazitätsstift eine Kapazitätsmeßeinrichtung. Fig. 12 zeigt eine geeignete Kapazitätsmeßeinrichtung 45, die in der Pat. Anm. "Meßeinrichtung" P 43 22 867.4 ausführlich beschrieben ist. Das Potential der Meßscheibe 33 ist über den Meßkragen 34 und die nicht gezeichnete Meßzange über die Leitung 43 automatisch mit dem Masse-Potential 44 des Meßgerätes verbunden.

Eine ganz andere Meßeinrichtung zeigt Fig. 13. Es ist ein invertierender Schmitt-Trigger 46, der als RC-Oszillator geschaltet ist. Die Kapazität ein Eingang diese Schmitt-Triggers, der z. B. aus 1/6 40106 bestehen kann, bestimmt zusammen mit R die Oszillatorfrequenz, die so ein Maß für die Kapazität zwischen der Elektrode 10, und dem Körper 9 ist und damit auch ein Maß für die Schraubenvorspannkraft darstellt. Die Wandlung dieser Frequenz, die leicht fehlerfrei übertragen werden kann, erfolgt im Meßgerät.

#### Patentansprüche

1. Meßeinrichtung zum Messen einer Kraft, insbesondere der Vorspannungskraft einer Verschraubung, wobei eine Meßscheibe die Kraft mißt, dadurch gekennzeichnet, daß die Kraftmeßscheibe mit einer Bohrung versehen ist, deren lastabhängige Verformung kapazitiv gemessen wird.
2. Meßeinrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Meßscheibe als vorzugsweise zur Unterlegscheibe mit einem zentralen Schraubenloch und radialer oder sekantenähnlicher Bohrung vorzugsweise mittig zwischen den tragenden der Unterlegscheibe ausgeführt ist (Fig. 1, Fig. 2).

3. Meßeinrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Meßscheibe konisch geformt ist und die Bohrung parallel zu einer Mantellinie verläuft.

4. Meßeinrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß bei gewölbten tragenden Flächen (25), (26) der Meßscheibe (24) eine Bohrung (27) schräg vom Außenkreis der Meßscheibe bis zum Innenkreis der Meßscheibe innerhalb der Scheibe verläuft (Fig. 9).

5. Meßeinrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß bei gewölbten tragenden Flächen die Bohrung (32) sekantenartig in der Meßscheibe (31) verläuft (Fig. 10).

6. Meßeinrichtung nach Anspruch 1 bis Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Elektrodenanordnung in der Bohrung der der Meßscheibe aus einer Winkelelektrode (1) und den beiden Gegenelektroden (2) und (3) besteht, wobei die Winkelelektrode (1) mit der Gegenelektrode (2) den Spalt (7) und mit der Gegenelektrode (3) den Spalt (8) und mit den beiden Gegenelektroden (2) und (3) zusammen einen Differentialkondensator bildet (Fig. 4).

7. Meßeinrichtung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß bei Druckbelastung der Meßscheibe die Spaltweite des einen Spaltes (7) weiter und die Spaltweite des anderen Spaltes (8) enger wird.

8. Meßeinrichtung nach Anspruch 1 bis Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Elektrodenanordnung in der Bohrung aus einem starren, elektrisch leitenden und auf Meßscheibenpotential liegenden Körper (9) und eine Elektrode (10) besteht, wobei der Körper (9) mit der Elektrode (10) einen Spalt (12) bildet, der unter Druckbelastung der Meßscheibe enger wird (Fig. 5).

9. Meßeinrichtung nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Elektrode (10) mit der Kontaktfläche (15) elektrisch leitend verbunden ist (Fig. 6, 7).

10. Meßeinrichtung nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Kontaktfläche (15) mittig in der Bohrung sitzt und eingebettet in einen isolierenden Ring (14) nach außen bündig mit dem Außenmantel der Meßscheibe abschließt.

11. Meßeinrichtung nach einem oder mehreren der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß ein mit der Meßscheibe verriegelnder Meßkragen (34) auf seinem abstehenden Rand konzentrische rundum verlaufende Kontaktkreise trägt, an denen die Kontakte einer Meßzange angreifen, die über ein Kabel mit dem Meßgerät verbunden ist.

12. Meßeinrichtung nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß der Meßkragen (34) nur in einer Stellung relativ zur Meßscheibe (33) mit dieser verriegelt, wobei die federbelasteten Halbrundstifte (35), (36) und (37) des Meßkragens in die zugehörigen Mulden der Meßscheibe einschnappen und die Verriegelung bewirken.

13. Meßeinrichtung nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, daß der Kapazitätsstift (38) und die Identifizier- und Korrekturstifte des Meßkragens erst nach der Verriegelung des Meßkragens mit der Meßscheibe freigegeben werden.

14. Meßeinrichtung nach Anspruch 11, 12 oder 13, dadurch gekennzeichnet, daß eine Hülse (39) des Meßkragens den Kapazitätsstift (38) und die Kon-

taktfläche (15) abschirmt.

15. Meßeinrichtung nach einem oder mehreren der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Meßscheibe bei der Herstellung am äußeren Scheibenrand Identifizierungskerben und Korrekturkerben erhält.

16. Meßeinrichtung nach einem oder mehreren der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Meßgerät mit einer Kalibriervorrichtung für die Meßscheiben versehen ist, in der die Meßscheibe einer ansteigenden Vorspannkraft ausgesetzt wird und der Kapazitätsverlauf der Meßscheibe in einem meßgeräteigenen Speicher abgelegt und die Speicheradresse auf dem Meßscheibenrand eingekerbt wird.

17. Meßeinrichtung nach einem oder mehreren der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Meßkragen dicht am Kapazitätsstift (38) eine Kapazitätsmeßeinrichtung enthält, die in der Patentanmeldung "Meßvorrichtung" P 43 22 867.4 ausführlich beschrieben ist (Fig. 12).

18. Meßeinrichtung nach einem oder mehreren der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Meßkragen die Vorstufe einer Kapazitätsmeßeinrichtung enthält, wobei der Eingang eines als RC-Oszillator geschalteten invertierenden Schmitt-Triggers (46) mit dem Kapazitätsstift (38) verbunden ist und wobei die Oszillatorfrequenz über die Meßzange und ein Kabel zum Meßgerät übertragen wird.

19. Meßeinrichtung nach einem oder mehreren der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Meßgerät erst dann meßbereit ist, wenn der Monteur die jetzt zu kontrollierende Verschraubung, deren Daten im Meßgerät gespeichert sind, mit der richtigen Bezeichnung ins Meßgerät eingetippt hat.

20. Meßeinrichtung nach Anspruch 19, dadurch gekennzeichnet, daß das Meßgerät bei fehlerhafter Verschraubung Alarm schlägt.

---

Hierzu 5 Seite(n) Zeichnungen

---

- Leerseite -

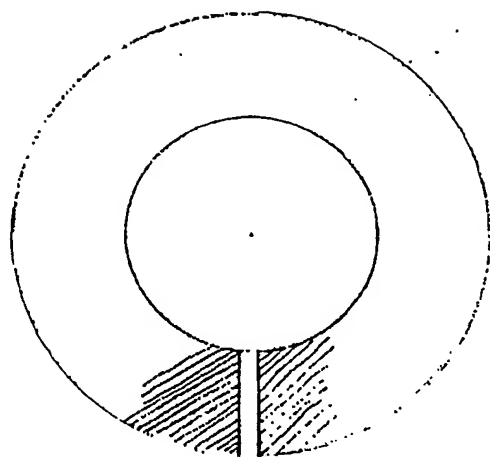


Fig. 1

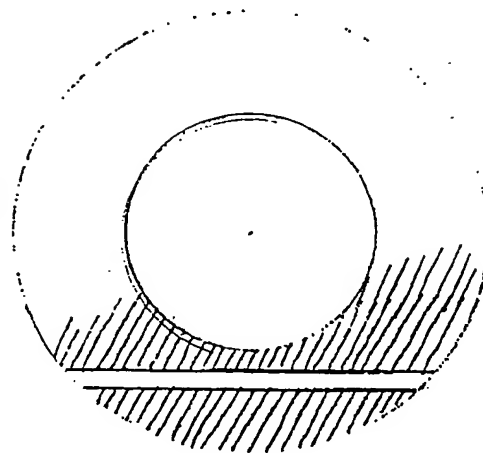


Fig. 2

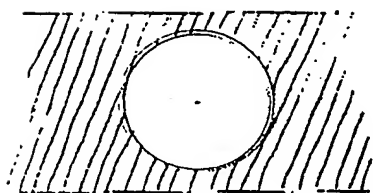


Fig. 3

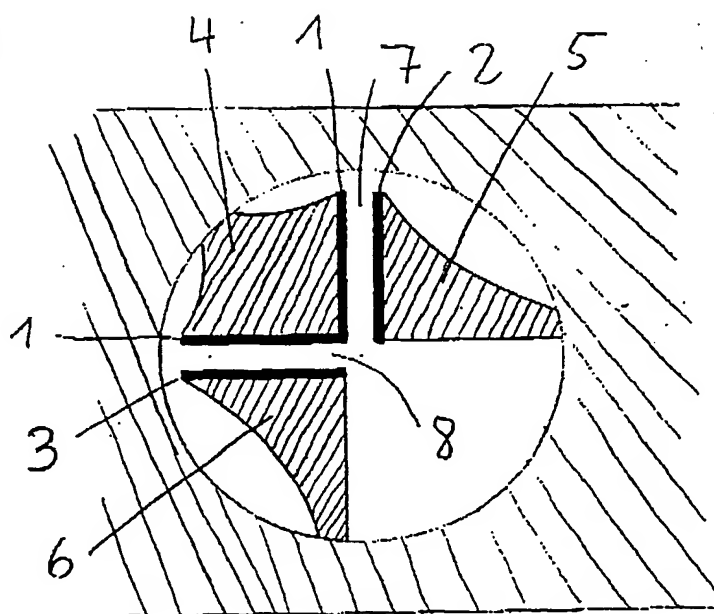
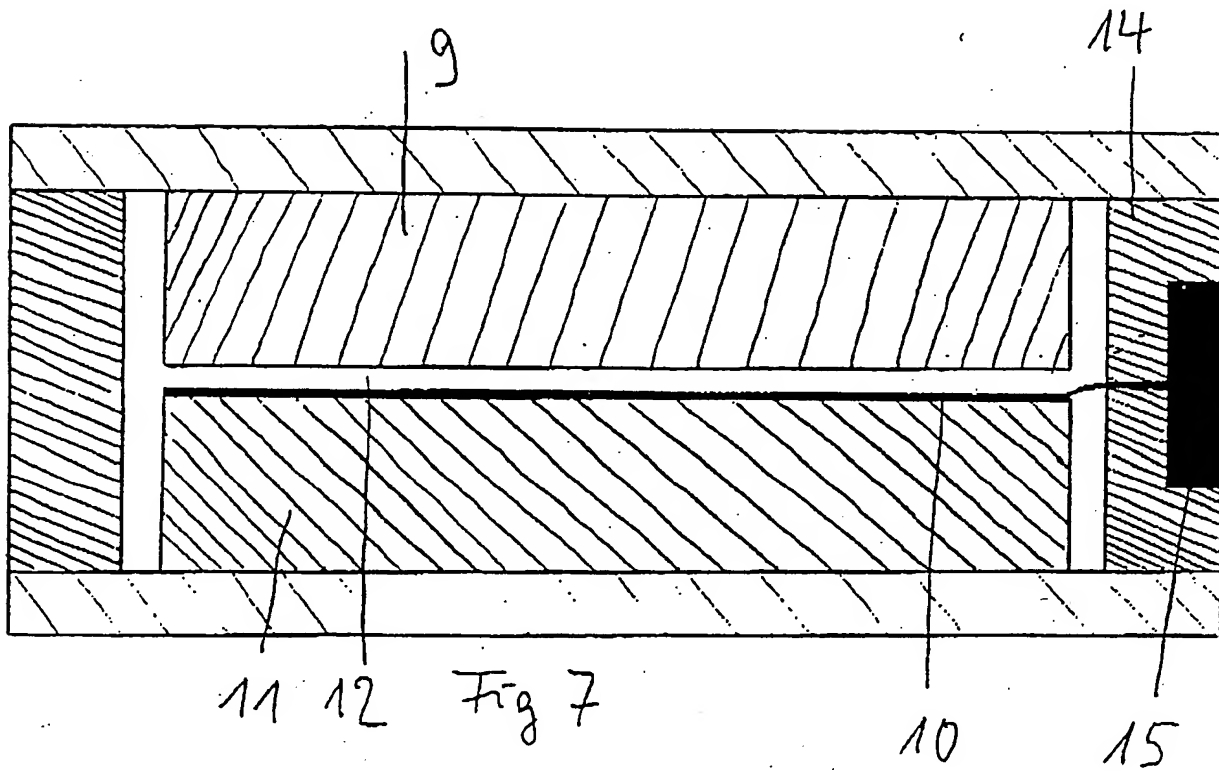
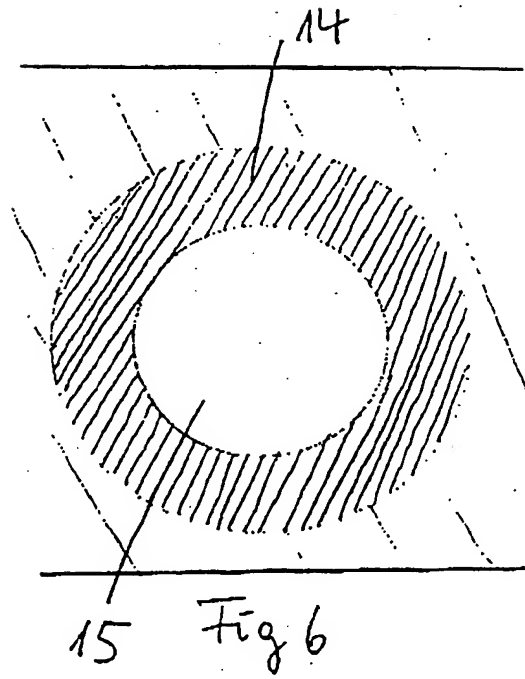
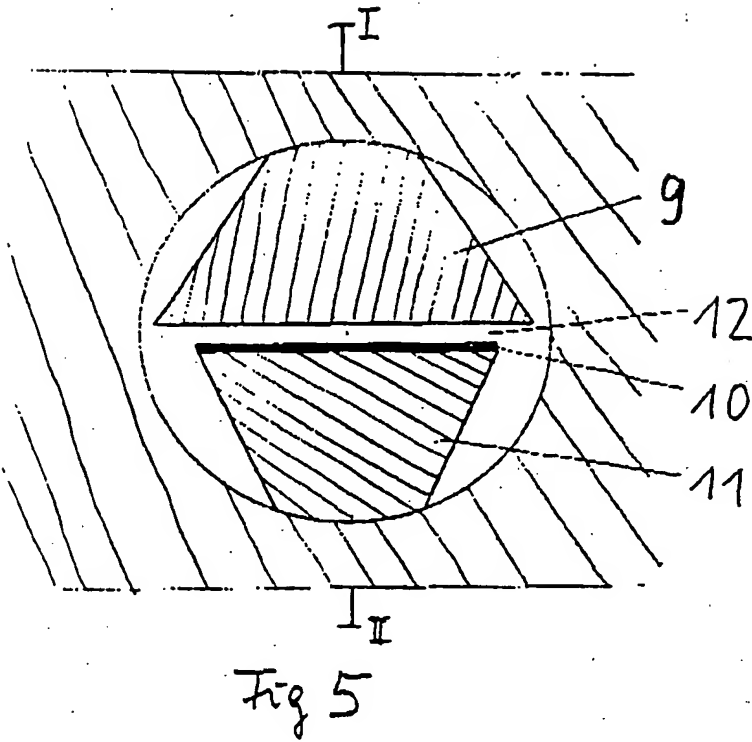


Fig. 4





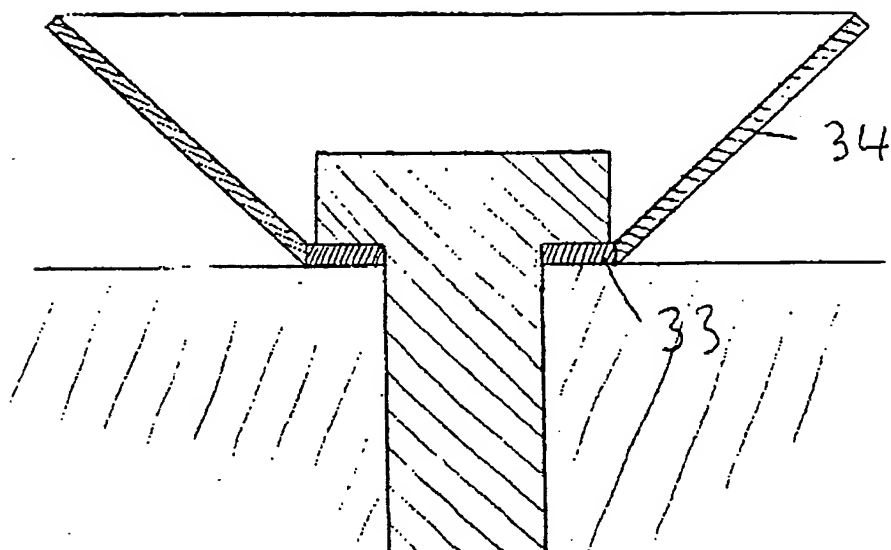


Fig 8

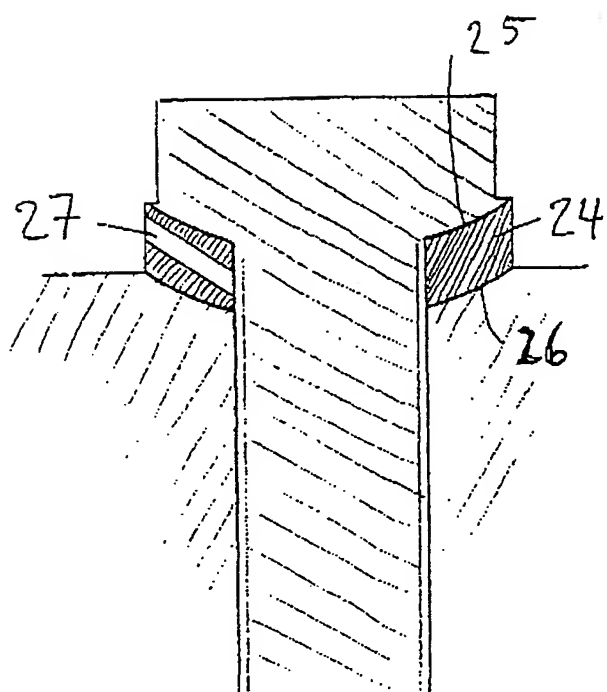


Fig 9

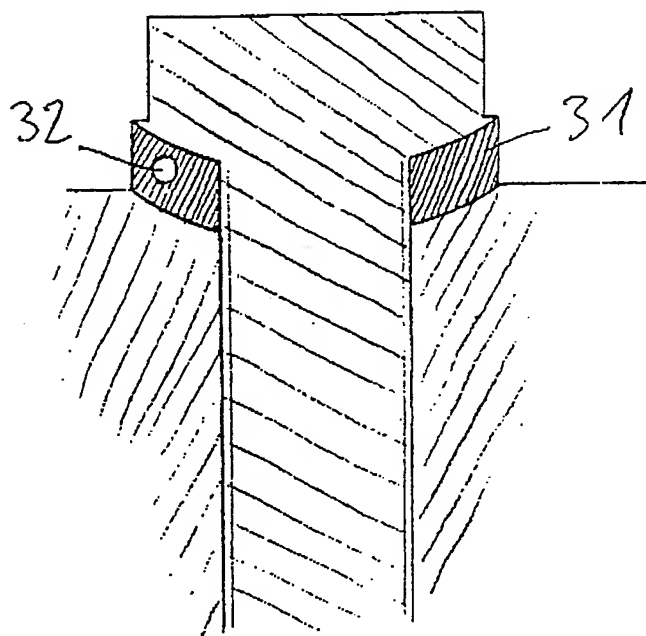
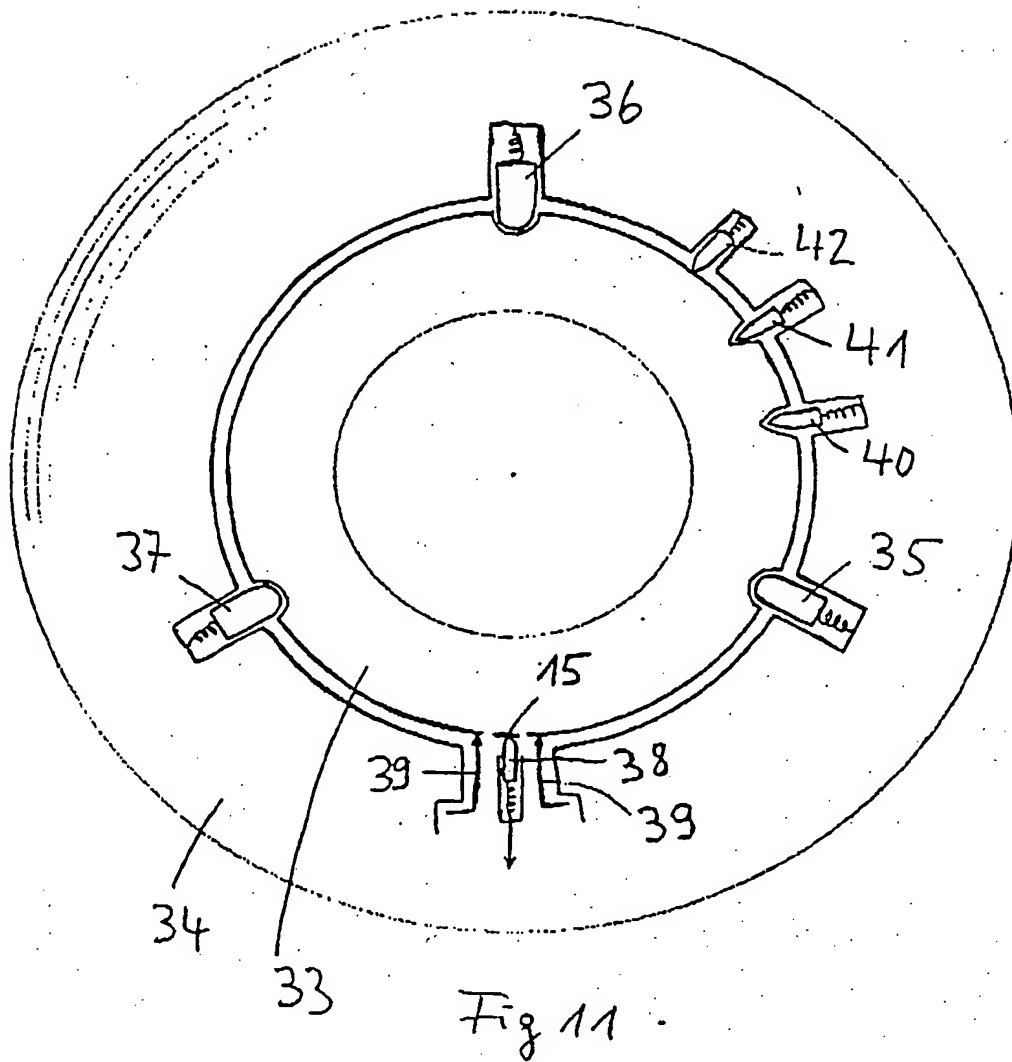


Fig 10



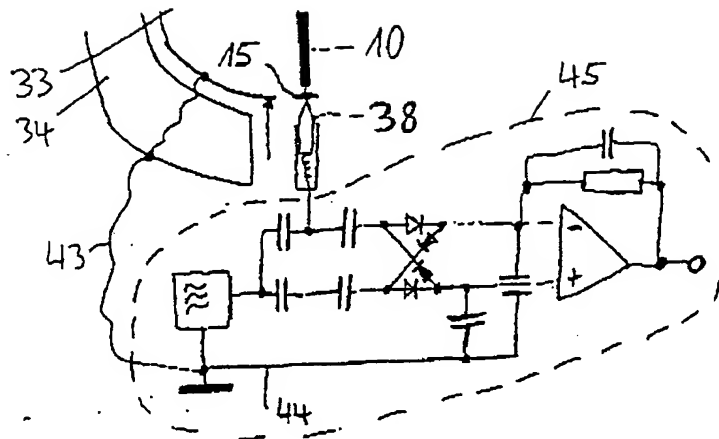


Fig 12

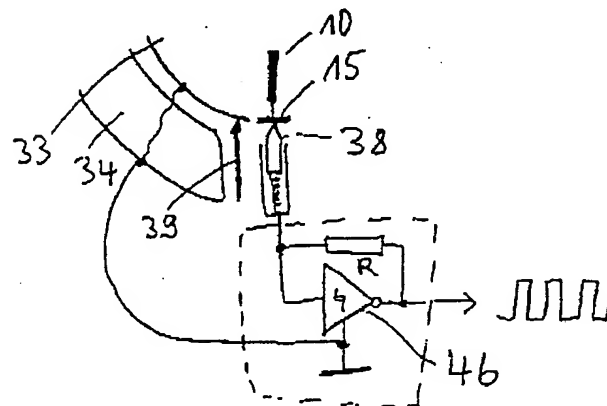


Fig 13

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**